

# PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR BERSIH MASYARAKAT KEPULAUAN SERIBU MELALUI OPTIMASI PEMANFAATAN PENAMPUNG AIR HUJAN

Oleh : P. Nugro Rahardjo<sup>\*)</sup>

## Abstract

*The very limited natural resources, especially in small islands such as in Thousand Island, north Jakarta, may cause a lot of environmental problems if the inhabitant is not wise in managing and exploiting its environmental power resources. One of the chronic problems in Thousand Island is the lack of clean water availability. That specific problem becomes worse and worse because of increasing of the population. In dry season the condition always gets worst. Many acts have been done to deal with the problem, but in fact until now it can not be solved properly. After doing a direct survey to all densely populated islands in Thousand island, it is found that one good alternative can possibly be done to solve the problem. It is to develop and maximize the using of rain water reservoir (PAH). Based on the calculation using two approaches, the fact that rain water reservoir in Untung Jawa and Lancang Besar island are already enough. For Tidung Besar, Panggang and Pramuka island, they need to enlarge the roof as a receiver of rain-water falling down. Another alternatif that should be carried out is to rehabilitate all the damage rain-water reservoirs. Kelapa island needs not only roof enlarging and rehabilitation of the rain-water reservoirs, but also developing some new rain-water reservoirs. Harapan island still needs developing some new rain-water reservoirs and roof enlarging to get more rain water.*

**Katakunci :** clean water, maximize, rain-water reservoir (PAH)

## 1. PENDAHULUAN

Kepulauan Seribu merupakan salah satu kecamatan yang termasuk di dalam Wilayah Jakarta Utara, Propinsi DKI Jakarta Raya. Kepulauan Seribu terdiri atas 111 buah pulau dan berdasarkan data yang tercatat sampai bulan Mei 2000 penduduknya sekitar 18.118 jiwa. Tujuh buah pulau yang diperuntukkan sebagai pulau pemukiman adalah P. Untung Jawa, P. Tidung Besar, P. Lancang Besar, P. Panggang, P. Pramuka, P. Kelapa I dan P. Harapan. Pulau lain yang juga berpenghuni adalah P. Kelapa II, P. Sebira, P. Payung dan P. Pari. Akan tetapi tujuh buah pulau yang disebutkan pertama merupakan pulau-pulau yang berpenduduk cukup padat, terutama P. Panggang dan P. Kelapa.

Dalam pemenuhan kebutuhan air bersih, dua buah sumber air utama yang digunakan oleh penduduk Kepulauan Seribu ialah sumur air tanah dangkal dan air hujan. Berdasarkan hasil penelitian Bapedalda DKI

Jakarta pada tahun 1999, kualitas air tanah dangkal di beberapa lokasi sudah tercemar, sehingga tidak memenuhi syarat lagi untuk digunakan sebagai air minum. Air tanah dangkal yang tawar sebenarnya adalah juga berasal dari air hujan dan akan menjadi masalah besar pada musim kemarau, karena air tawar yang berasal dari air hujan sudah habis. Dalam kondisi seperti itu, air tanah dangkal akan terintrusi oleh air laut, sehingga kualitas air tanah dangkal tersebut menurun drastis dan menjadi asin karena tingginya kadar garam (Total Dissolved Solid > 7000 ppm). Air hujan sebagai sumber air minum mempunyai kuantitas yang sangat terbatas terutama pada musim kemarau. Penampungan Air Hujan (PAH) yang dimiliki oleh masyarakat ternyata tampak sangat tidak optimal pemanfaatannya, padahal bila dioptimalkan akan sangat berarti dalam upaya mengatasi masalah kekurangan air bersih. Masuknya teknologi pengolahan air di Kecamatan Kepulauan Seribu, yaitu pembangunan IPA-

<sup>\*)</sup> Peneliti pada Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, di Direktorat Teknologi Lingkungan, Kedeputian TIEM, BPPT.

RO (Instalasi Pengolahan Air dengan sistem Reverse Osmosis) di 6 pulau (Kelapa I, Tidung, Pramuka, Untung Jawa, Harapan dan Panggang) sejak tahun 1997 hingga tahun 2000 ini, ternyata juga masih belum mampu mengatasi masalah pemenuhan kebutuhan air minum. Hal tersebut karena buruknya sistem pengelolaan unit IPA-RO, sehingga sebagian besar unit IPA-RO saat ini ada dalam keadaan tidak beroperasi atau rusak. Dalam keadaan yang serba sulit tersebut penduduk Kepulauan Seribu cenderung selalu mencukupi kebutuhan air bersihnya melalui pasokan dari Tanjung Priok atau Kabupaten Tangerang.

Keadaan-keadaan yang buruk seperti langkanya persediaan air bersih yang memenuhi syarat, kurangnya kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan, rendahnya tingkat ekonomi, kurangnya pendidikan, ketrampilan dan pengetahuan, serta teknologi tersebut, dapat merusakkan kualitas lingkungan hidup dan alam habitatnya yang memang sangat terbatas sekali daya dukungnya. Selanjutnya kerusakan lingkungan tersebut akan menimbulkan gangguan kesehatan masyarakat dengan munculnya bermacam-macam penyakit seperti penyakit perut (muntaber, typhus, cholera), demam berdarah, penyakit kulit dan lain-lain.

Melihat permasalahan pemenuhan kebutuhan air bersih di Kepulauan Seribu yang semakin kompleks tersebut, perlu dicari alternatif-alternatif yang mungkin dapat ditempuh untuk mengatasinya.

## **2. TUJUAN**

Dalam tulisan ini diuraikan suatu cara untuk mengatasi masalah kekurangan air bersih melalui pemanfaatan air hujan secara optimal, yaitu dengan mengkaji secara rinci jumlah dan kapasitas PAH untuk memenuhi kebutuhan air bersih atau air minum di setiap pulau pemukiman yang termasuk padat.

## **3. METODOLOGI**

### **3.1. Studi Pustaka**

Studi pustaka dilakukan guna melandasi teori yang dipakai dalam penelitian ini dan melengkapi pengumpulan data sekunder, terutama untuk data-data yang berasal dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya atau yang ada pada media massa. Data sekunder yang

dikumpulkan adalah data kependudukan, jumlah Rukun Tetangga dan data-data cuaca seperti curah hujan dan jumlah hari hujan beberapa tahun terakhir.

## **3.2. Penelitian Lapangan**

### **3.2.1. Penyebaran Kuesioner**

Kegiatan pengumpulan data-data primer ini diawali dengan tahap persiapan dan kemudian dilanjutkan dengan tahap pelaksanaan survai. Persiapan yang dilakukan yaitu perencanaan data-data yang dibutuhkan, latihan bagi surveyor yang akan melakukan wawancara dengan responden, serta jadwal waktu pelaksanaan. Data-data yang dibutuhkan diharapkan dapat terpenuhi melalui kuesioner yang telah dipersiapkan secara matang. Pembuatan kuesioner terlebih dahulu diuji-coba terhadap calon responden, serta disesuaikan dengan metoda analisa data yang akan digunakan nantinya. Latihan bagi team pelaksana survai (surveyor) semata-mata hanya untuk mempersiapkan agar pada saat pelaksanaan kuesionering semuanya dapat berjalan sesuai dengan tata cara yang baik dan sempurna, misalnya sifat netral petugas dan sopan santunnya. Jadwal waktu pelaksanaan wawancara disesuaikan dengan kemampuan team surveyor, kondisi lapangan, serta target atau jumlah responden yang akan dicapai.

Penentuan pengambilan sampel responden dilakukan dengan menggunakan sampel wilayah atau Area Probability Sample. Digunakannya sampel wilayah ini karena adanya beberapa perbedaan yang spesifik di antara pulau-pulau yang ditinjau. Beberapa perbedaan tersebut misalnya tingkat perekonomian, pendidikan, adat kebiasaan dan mungkin juga kondisi alamnya. Jumlah responden yang akan diambil di setiap pulau rata-rata sebesar 23% - 24% dari jumlah Kepala Keluarga yang ada. Akan tetapi secara keseluruhan jumlah responden mencapai 600 kepala keluarga dari jumlah total sekitar 3500 kepala keluarga yang ada di Kepulauan Seribu. Penetapan kepala keluarga atau rumah tangga yang akan diwawancarai ditentukan secara acak.

Tahap pelaksanaan survai tersebut dilakukan dengan mewawancarai penduduk secara langsung berdasarkan kuesioner yang telah dipersiapkan. Petugas wawancara mengunjungi rumah-rumah penduduk dan berusaha menemui kepala keluarga untuk kemudian diwawancarai. Apabila kepala

keluarga tidak berada di tempat, maka anggota keluarga yang lain juga diperkenankan untuk berwawancara. Pada Tabel 1 dapat dilihat perincian distribusi kuesioner untuk setiap pulau. Jumlah RT (Rukun Tetangga) pada tabel di atas diperlukan guna mendistribusikan kuesioner secara lebih merata dan proporsional pada tingkat wilayah yang paling kecil tersebut.

### 3.2.2. Pengambilan Sampel Air Dan Analisa Laboratorium

Pemilihan lokasi pengambilan sampel air hujan pada bak-bak PAH hanya dilakukan di satu wilayah kelurahan, yaitu Kelurahan P. Panggang. Hal ini didasarkan pada :

- Banyaknya macam atau jenis dari bak PAH, seperti yang terbuat dari bahan ferro cement, fiber-glass dan bata semen atau lainnya.
- Banyaknya macam atau jenis atap rumah sebagai penerima curahan hujan, dimana air hujannya ditampung dalam bak PAH. Jenis atap yang ada adalah atap asbes dan atap genteng, yang mungkin dapat mempengaruhi kualitas air hujan yang ditampung.
- Pendataan variasi usia bak PAH dan usia atap penerima curah hujan, dalam hal ini untuk mengetahui adanya pengaruh usia dari kedua sarana tersebut terhadap kualitas air hujan yang ditampung.

Pengambilan sampel air hujan pada bak-bak PAH dilaksanakan dari tanggal 22 April 2000 sampai dengan 23 April 2000, dengan jumlah sampel yang akan diambil adalah 12 buah sampel. Disamping itu dilakukan pula pengambilan sampel air hujan murni. Penentuan jumlah sampel air hujan dan kriteria yang digunakan berdasarkan pada kombinasi variasi dari jenis bak PAH, atap penerima curah hujan dan usia sarana tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari 12 kombinasi yang ada dapat diperoleh 8 kombinasi, sehingga dalam pengambilan sampel ada 4 jenis kombinasi yang mempunyai dua sampel. Hal ini dilakukan hanya untuk membandingkan dan menguatkan hasil analisa data kualitas air hujan.

Analisa air hujan ditujukan untuk dapat melihat pengaruh dari bahan PAH dan bahan atap penerima curah hujan, sehingga selain parameter standar juga ditambah lagi dengan parameter  $\text{SiO}_2$  terlarut dan aluminium, serta "residu on evaporation".

### 3.3. Pengolahan Dan Analisa Data

Pengolahan dan analisa data merupakan tahapan penting, karena hasilnya dapat dijadikan bahan pembahasan lebih jauh lagi. Data-data yang diperoleh dari kegiatan pengumpulan data dapat dikelompokkan menjadi empat bagian yaitu :

- Data umum yang meliputi data kependudukan, data klimatologi atau data-data lain yang bersifat umum.
- Data kuesionering yaitu data-data yang diperoleh setelah dilaksanakannya penyebaran kuesioner terhadap  $\pm 600$  responden.
- Data kualitas air hujan. Data-data ini adalah hasil analisa laboratorium terhadap sampel-sampel dari air hujan tersebut.
- Data-data tentang kondisi dari bak-bak PAH yang ada.

Untuk membandingkan kualitas dari setiap air hujan dalam berbagai jenis PAH digunakan standar kualitas air minum yang berlaku. Selain itu untuk air hujan yang telah ditampung dalam PAH, dapat pula dilihat perbedaannya dengan kualitas air hujan murni. Dengan demikian dapat diperkirakan kemungkinan adanya pencemaran yang berasal dari bak PAH atau atap penerima curah hujan, atau bahkan pencemaran yang terjadi akibat kotornya udara di atas wilayah Kepulauan Seribu.

Data-data kondisi bak PAH akan dapat mengungkapkan jenis-jenis dari bak PAH yang ada di Kepulauan Seribu, berikut kuantitas dan kualitasnya. Dengan data-data kondisi bak PAH tersebut dan didukung oleh data-data kependudukan serta data-data penunjang lainnya, maka dapat dilakukan kajian tentang peranan dan pemanfaatan bak-bak PAH yang ada. Tentu saja kajian-kajian yang dimaksud juga menggunakan dasar-dasar, pendekatan-pendekatan (asumsi-asumsi) dan perhitungan-perhitungan yang khusus. Selanjutnya, dengan dasar hasil kajian-kajian tersebut dapat dilakukan analisa yang akan memperlihatkan perlu atau tidaknya suatu tindakan guna terjaminnya pemenuhan kebutuhan air bersih penduduk di tiap-tiap pulau pemukiman.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Masyarakat

Sumber air utama yang digunakan oleh penduduk Kepulauan Seribu untuk memenuhi kebutuhan air bersih adalah air tanah dangkal dan air hujan. Air tanah yang digunakan di sini hanyalah air tanah dangkal yang diperoleh dari sumur-sumur air buatan sendiri. Pada musim penghujan, sumber air untuk memenuhi kebutuhan air minum dan masak adalah dari air hujan. Air hujan yang digunakan adalah air hujan yang telah ditampung dalam bak PAH (Penampung Air Hujan). Sedangkan kualitas air hujannya dapat memenuhi standart kualitas air minum, hanya unsur-unsur mineral yang terkandung didalamnya sangatlah sedikit.

Pada musim kemarau keadaannya berkebalikan. 57,5% dari jumlah responden menyatakan bahwa air tanah merupakan pilihan pertama dalam pemenuhan kebutuhan air untuk minum dan masak, 32,9% memberikan pilihan pertamanya pada air hujan dan sisanya 9,6% memenuhi kebutuhan air untuk minum dan masak dari usaha lainnya seperti membeli air atau mengambil air dari Tanjung Priok Jakarta atau dari Kabupaten Tangerang. Berdasarkan hasil penelitian Bapedalda DKI Jakarta pada tahun 1999, kualitas air tanah dangkal di beberapa lokasi sudah tercemar, sehingga tidak memenuhi syarat lagi untuk digunakan sebagai air minum.

#### **4.2. Sarana Bak Penampung Air Hujan (PAH)**

Air hujan yang ditampung dalam bak PAH merupakan pilihan terbaik untuk mengurangi kesulitan penduduk dalam hal pemenuhan kebutuhan air bersih, terutama pada musim kemarau. Hanya saja jumlah dan kualitas dari bak-bak yang ada umumnya masih dirasakan kurang. 81,9% responden mempunyai bak PAH berupa gentong atau drum secara individu, sedangkan 17,9% responden menggunakan bak PAH secara kolektif. Bak-bak PAH kolektif ini terbuat dari ferro cement atau konstruksi beton atau juga fibre glass dan umumnya bak-bak ini diperoleh dari proyek-proyek Pemerintah DKI Jakarta. Kapasitas bak-bak PAH perseorangan umumnya kurang dari 1 m<sup>3</sup> dan kapasitas bak-bak PAH kolektif minimal 1 m<sup>3</sup>.

Untuk menjaga agar kualitas air hujan yang masuk ke dalam bak PAH tetap bersih, 54,6% responden memasang saringan ijuk, pasir dan kerikil pada inlet bak PAHnya. Tetapi 45,4% responden membiarkan air hujan dari atap mengalir langsung ke bak

PAH tanpa memasang saringan, perhitungan persentase ini dilakukan atas dasar 592 kasus.

Persediaan air bersih dari air hujan yang disimpan dalam bak PAH sangat dihemat penggunaannya. Mereka hanya mengambil untuk keperluan minum dan memasak saja, bahkan kadang-kadang mereka juga memasak dengan menggunakan air sumur. Pemakaian air hujan untuk minum adalah sebagai berikut : 6,7% responden menggunakannya sebanyak 0 - 2 l/hari, 46,3% 2 - 4 l/hari, 45,1% 4 - 6 l/hari dan 1,9% menggunakan sebanyak lebih dari 6 l/hari, perhitungan persentase ini atas dasar 570 kasus. Pemakaian air hujan untuk masak adalah sebagai berikut : 13,5% responden menggunakannya sebanyak 0 - 2 l/hari, 28,3% 2 - 4 l/hari, 56,6% 4 - 6 l/hari dan 1,5% menggunakan sebanyak lebih dari 6 l/hari, perhitungan persentase ini atas dasar 452 kasus. Lamanya pemakaian persediaan air tersebut tergantung dari volume bak dan jumlah pemakai. Sejumlah 29,6% responden menggunakannya selama 0 - 1 bulan, 26,7% responden selama 1 - 2 bulan, 29,4% responden dapat berhemat sampai 2 - 3 bulan, bahkan 14,2% responden menghemat sampai lebih dari 3 bulan. Perhitungan persentase ini atas dasar 506 kasus.

#### **4.3. Hasil Tabulasi Silang**

Berdasarkan pada hasil pengolahan komputer dengan Program SPSS dari sejumlah kuesioner yang dapat memenuhi syarat untuk dibuat tabulasi silangnya, dapat diketahui kaitan atau korelasi antara dua buah variabel. Akan tetapi dari jumlah 600 kuesioner yang masuk, tidak seluruhnya dapat dibuat tabulasi silangnya antara dua buah variabel. Karena itu dalam mengungkapkan hasil pengolahan akan ditentukan batasan jumlah kasus yang memenuhi syarat tabulasi silang. Dalam hal ini hasil pengolahan tabulasi silang yang akan diungkapkan hanyalah yang mempunyai jumlah kasus sebesar 466 buah atau lebih. Jumlah tersebut sekitar 18,4 % dari jumlah KK (Kepala Keluarga) yang ada di seluruh pulau yang ditinjau. Hasil dari tabulasi silang ini dapat dilihat pada Tabel 3, 4, 5, dan 6 di lampiran.

Dari Tabel 3 dapat terlihat bahwa umumnya keluarga yang membutuhkan air dalam jumlah yang besar ternyata juga telah berusaha menggunakan sumber air hujan untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya.

Jumlah responden yang membutuhkan air bersih antara 41 liter sampai lebih dari 80 liter dan yang menggunakan 2 sumber air (air tanah dan air hujan) mencapai 72%.

Dari Tabel 4 dapat tersirat korelasi antara pengguna air tanah dan kualitas air yang diperoleh dilihat dari rasa airnya. 41,4% responden ternyata menyatakan bahwa air tanah dangkal yang digunakan berasa asin atau payau. Persentase sebesar itu adalah sangat berarti dan menunjukkan bahwa kualitas air tanah yang digunakan penduduk banyak yang berkualitas buruk (asin atau payau).

Tabel 5 memperlihatkan bahwa yang mempunyai PAH dengan kapasitas kecil ( $< 1 \text{ m}^3$ ) ternyata sangat berhemat dalam pemakaian air hujannya. Total ada 61,9% responden dalam kelompok ini menunjukkan waktu pemakaian air hujan sampai 3 bulan lamanya. Sementara itu Tabel 6 menyatakan bahwa sebagian besar keluarga (81,6%) yang mempunyai PAH dengan kapasitas sampai dengan  $2,5 \text{ m}^3$  menggunakan air hujan untuk minum sebanyak 2 sampai 6 liter per harinya.

#### 4.4. Kualitas Air Hujan

Secara umum, kualitas air hujan yang telah ditampung pada bak-bak PAH yang ada di Kepulauan Seribu masih menunjukkan kualitas yang baik, yaitu memenuhi standart kualitas air minum. Akan tetapi untuk dapat diminum haruslah dimasak terlebih dahulu.

Pengaruh dari bahan-bahan yang digunakan sebagai sarana PAH dan sarana penunjangnya terhadap kualitas air hujan dapat diuraikan seperti berikut ini. Ferro sement dan bata semen mempunyai banyak persamaan dalam komponen-komponen bahan semennya. Sedangkan sarana penunjang dari PAH, yaitu atap rumah sebagai penerima curah hujan, saluran-saluran dan saringan pendahuluan. Atap penerima curah hujan hanya mempunyai 2 jenis, yaitu atap genteng dan asbes. Saluran-salurannya berupa pipa pralon (PVC) atau seng dan saringan umumnya berupa anyaman kawat atau terkadang ada yang ditambah dengan ijuk.

Berdasarkan perbandingan yang dilakukan terhadap adanya variasi kombinasi bak PAH dan atap penerima curah hujan dapat dilihat hal-hal sebagai berikut :

- Derajat keasaman atau pH dari air hujan pada PAH yang terbuat dari ferro cement atau bata semen lebih besar dari pada pH air hujan yang terdapat pada PAH fiber

glass. Hal ini disebabkan oleh pengaruh komponen-komponen yang terdapat dalam bahan pembentuk PAH. Pada bak PAH yang terbuat dari bahan semen akan mudah terlarut senyawa- senyawa seperti  $\text{Ca(OH)}_2$  ke dalam air. Hal ini menyebabkan pH air hujan tersebut meningkat, walaupun peningkatan yang terjadi tidak begitu besar.

- Total hardness (kesadahan total) menunjukkan hal yang sama, yaitu untuk PAH yang terbuat dari semen mempunyai kesadahan total yang lebih besar bila dibandingkan dengan kesadahan total dari PAH yang terbuat dari fiber glass.
- Atap asbes yang digunakan sebagai penerima curah hujan tidak menimbulkan pengaruh negatif. Hal ini dapat dilihat dari tidak adanya senyawa polyacrilamide, yang berupa serat-serat halus, terkandung dalam air pada PAH. Selain itu hal tersebut juga didukung oleh hasil analisa yang menunjukkan bahwa parameter organik dari air yang berasal dari atap genteng dan asbes tidak mempunyai pola perbedaan tertentu.

#### 4.5. Perkiraan Jumlah Bak PAH Yang Dibutuhkan Penduduk

Pada umumnya bak-bak PAH banyak terdapat di pulau-pulau pemukiman, tetapi jumlah dan kapasitasnya masih dirasakan kurang memadai bagi penduduknya. Untuk mengetahui banyaknya bak PAH yang harus tersedia agar dapat memenuhi kebutuhan air bersih bagi penduduk, dapat dilakukan dasar-dasar asumsi sebagai pendekatan seperti berikut ini. Jika setiap bak PAH digunakan oleh 5 keluarga, dan setiap keluarga terdiri dari 5 orang, maka jumlah bak PAH kolektif yang diperlukan adalah

$$\frac{\text{jumlah penduduk total}}{5 \text{ keluarga} \times 5 \text{ orang}} = \frac{18.118}{25} \sim 725$$

Berdasarkan survey lapangan, ternyata 81,9% penduduk mempunyai bak PAH keluarga yang berupa drum atau genteng. Dengan asumsi jumlah jiwa per keluarga adalah 5 orang, maka banyaknya bak PAH keluarga yang ada di daerah penelitian adalah

$$\frac{81,9 \% \times 18.118 \text{ orang}}{1 \text{ keluarga} \times 5 \text{ orang}} \sim 2.968 \text{ buah.}$$

#### 4.6. Kapasitas Bak PAH Yang Dibutuhkan

Bak PAH merupakan sarana penyediaan air bersih yang penting artinya di Kepulauan Seribu. Agar dapat memenuhi kebutuhan air seluruh penduduk Kepulauan Seribu pada waktu musim kemarau, kapasitas dan jumlah bak PAH harus diperhitungkan dengan sebaik-baiknya. Dasar yang dipergunakan dalam keperluan perhitungan adalah dengan memperhatikan faktor-faktor berikut :

- Besarnya curah hujan yang terkecil di daerah tersebut.
- Jumlah hari hujan per bulan yang terkecil.
- Luas atap penangkap curahan hujan.
- Jumlah pemakai bak PAH.
- Standart kebutuhan/pemakaian minimum air bersih untuk minum dan masak.

##### 4.6.1. Perhitungan Kapasitas Bak PAH Berdasarkan Tinggi Curah Hujan Per Bulan Yang Terkecil

Berdasarkan data curah hujan yang diamati selama periode tahun 1990 - tahun 1999, curah hujan terkecil jatuh pada bulan Agustus (41,8 mm) dan September (25,37 mm). Banyaknya hari hujan pada kedua bulan tersebut adalah 21 hari. Berarti jumlah hari tanpa hujan adalah 40 hari (61 hari dikurangi dengan 21 hari).

Berdasarkan survey diperoleh keterangan bahwa 58,6% responden mempunyai luas bangunan antara 41 m<sup>2</sup> sampai dengan 50 m<sup>2</sup>, 20,9% 31 - 40 m<sup>2</sup>, 3,5% lebih dari 50 m<sup>2</sup> dan sisanya mempunyai luas bangunan lebih kecil dari 30 m<sup>2</sup>. Dengan data-data luas bangunan tersebut diasumsikan bahwa luas atap penangkap curahan hujan rata-rata adalah sebesar 40 m<sup>2</sup>. Efisiensi penangkapan volume air hujan juga diasumsikan sebesar 75%. Sedangkan standart kebutuhan / pemakaian air untuk minum dan masak minimum adalah 5 liter/orang/hari.

Dengan menggunakan data-data dan asumsi-asumsi di atas, maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Apabila dalam satu keluarga terdapat 5 orang, maka jumlah kebutuhan air minum dan masak untuk satu keluarga adalah

$$= 5 \text{ orang} \times 40 \text{ hari} \times 5 \text{ liter/orang/hari} \\ = 1.000 \text{ liter.}$$

Banyaknya air hujan yang dapat ditampung pada periode bulan Agustus dan September yaitu:

$$\text{Bulan Agustus} = 75\% \times 40 \times 41,8$$

$$= 1.254 \text{ liter}$$

$$\text{Bulan September} = 75\% \times 40 \times 25,37$$

$$= 761,1 \text{ liter}$$

$$\text{Jumlah total} = 2.015,1 \text{ liter.}$$

Jadi, bila setiap keluarga mempunyai bak PAH dengan kapasitas minimum 1.000 liter, maka bak PAH tersebut sudah dapat berfungsi dengan baik dan dapat memenuhi kebutuhan penangkapan air hujan.

Untuk bak PAH kolektif yang rata-rata dapat melayani 5 keluarga, mempunyai kapasitas sebesar

$$= 5 \times 5 \text{ orang} \times 40 \text{ hari} \times 5 \text{ liter/hari/orang} \\ = 5.000 \text{ liter.}$$

Jika banyaknya air hujan yang dapat ditampung pada bulan Agustus dan September sebesar 2.015,1 liter, maka bak PAH kolektif tersebut tidak dapat berfungsi dengan baik (tidak dapat terisi penuh).

Agar bak PAH kolektif dapat berfungsi dengan baik, diperlukan luas atap penangkap curah hujan sebesar =

$$5000$$

$$\text{-----} = 99,25 \text{ m}^2.$$

$$75\% \times (41,8 + 25,37)$$

##### 4.6.2. Perhitungan Kapasitas Bak PAH Berdasarkan Hari Hujan Per Bulan Yang Terkecil

Untuk melakukan perhitungan-perhitungan digunakan data-data sebagai berikut :

Pada periode 10 tahunan 1990 - 1999, hari hujan per bulan yang terkecil terjadi pada bulan Mei 1995, yaitu 5 hari. Berarti jumlah hari tanpa hujan adalah 25 hari (dalam perhitungan umum jumlah hari dalam sebulan adalah 30 hari). Tinggi curah hujan pada bulan Mei 99,9 mm. Standart minimum kebutuhan/pemakaian air untuk minum dan masak adalah 5 liter/orang/hari. Luas atap penangkap curah hujan rata-rata 40 m<sup>2</sup>. Efisiensi penangkapan volume air hujan sebesar 75% .

Dengan data-data di atas, maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- a. Apabila dalam satu keluarga terdapat 5 orang, maka jumlah kebutuhan air minum dan masak untuk satu keluarga =
- $$5 \text{ orang} \times 25 \text{ hari} \times 5 \text{ liter/orang/hari} = 625 \text{ liter.}$$

Banyaknya air hujan yang dapat ditampung oleh 1 PAH dari satu atap rumah =

$$75\% \times 40 \times 99,9 = 2.997 \text{ liter.}$$

Jadi, bila setiap keluarga mempunyai bak PAH dengan kapasitas minimum 625 liter, maka bak PAH tersebut sudah dapat berfungsi dengan baik dan dapat memenuhi kebutuhan penangkapan air hujan.

- b. Untuk bak PAH kolektif yang rata-rata dapat melayani 5 keluarga, mempunyai kapasitas sebesar  $= 5 \times 5 \text{ orang} \times 25 \text{ hari} \times 5 \text{ liter/hari/orang} = 3.125 \text{ liter}$ .

Jika banyaknya air hujan yang dapat ditampung pada bulan Mei sebesar 2.997 liter, maka bak PAH kolektif tersebut tidak dapat berfungsi dengan baik (tidak dapat terisi penuh).

Agar bak PAH kolektif dapat berfungsi dengan baik, diperlukan atap rumah penangkap curah hujan yang mempunyai luas

$$\frac{3.125}{75\% \times 99,9} = 42 \text{ m}^2$$

#### 4.7. Kebutuhan Bak PAH Setiap Pulau

Untuk mengetahui apakah di suatu pulau pemukiman perlu peningkatan kondisi sarana dan prasarana untuk menampung air hujan, dapatlah dilakukan suatu cara perhitungan yang sederhana. Untuk melakukan perhitungan-perhitungan ini selain diperlukan data-data seperti jumlah bak PAH yang ada dan jumlah penduduk di pulau yang bersangkutan, juga menggunakan data-data sebagai berikut :

- Pada periode pengamatan tahun 1995, hari hujan per bulan yang terkecil terjadi pada bulan Mei (5 hari). Berarti jumlah hari tanpa hujan adalah 25 hari.
- Tinggi curah hujan pada bulan Mei 99,9 mm.
- Standart minimum kebutuhan/pemakaian air untuk minum dan masak adalah 5 liter/orang/hari.
- Luas atap penangkap curah hujan rata-rata  $40 \text{ m}^2$
- Efisiensi penangkapan volume air hujan sebesar 75 % .

Contoh Perhitungan :

Sebagai contoh saja dilakukan perhitungan untuk kondisi di Pulau Untung Jawa.

Data-data dan dasar perhitungan yang diperlukan/digunakan adalah :

Jumlah bak PAH kolektif yang ada = 16 buah.

Jumlah bak PAH kolektif yang berfungsi = 12 buah.

Kapasitas total dari bak PAH yang berfungsi = 93.200 liter.

Berdasarkan perhitungan luas atap rata-rata seluas  $40 \text{ m}^2$  dan hari hujan terkecil pada periode pengamatan tahun 1995, maka volume air yang dapat ditampung oleh setiap bak PAH kolektif adalah sebesar 2.997 liter (lihat perhitungan sebelumnya). Jadi jumlah air hujan yang dapat ditampung oleh semua bak PAH yang berfungsi =  $12 \times 2997 \text{ liter} = 35.964 \text{ liter}$ .

Jumlah penduduk P. Untung Jawa adalah 1.497 orang.

Berdasarkan survey diketahui bahwa 81,9% responden menggunakan bak PAH individu dan sisanya 17,9% responden menggunakan bak PAH kolektif. Sehingga banyaknya air hujan yang dibutuhkan oleh penduduk P. Untung Jawa dapat dihitung dengan cara berikut ini.

Kebutuhan air hujan untuk 17,9% penduduk selama 25 hari =  $17,9\% \times 1.497 \text{ orang} \times 25 \text{ hari} \times 5 \text{ liter/orang/hari} = 33.495 \text{ liter}$ .

Jadi Kebutuhan air penduduk P. Untung Jawa dapat terpenuhi dengan adanya bak-bak PAH kolektif yang ada.

Dengan cara perhitungan yang sama, maka analisa kebutuhan bak PAH untuk pulau-pulau yang lain dapat juga dilakukan. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat Tabel 7 yang menerangkan kondisi kebutuhan bak PAH dan perlu atau tidaknya peningkatan jumlah/kualitas sarana penampungan air hujan atau kemungkinan lain untuk memperluas atap penerima curah hujan. Tabel tersebut dirinci menurut pulau-pulau pemukiman di Kepulauan Seribu yang tercakup dalam lingkup studi penelitian ini.

#### 4.8. Tidak Terpenuhinya Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan minimum akan air bersih yang harus tersedia adalah 5 liter/orang/hari untuk minum dan masak, dan 25 liter/orang/hari untuk kebutuhan rumah tangga lainnya. Kualitas standart air minum yang digunakan berdasarkan pada standart kualitas air minum Depkes. (Per. Men. Kes. tahun 1996). Berdasarkan pada hasil survey dan pengamatan lapangan diperoleh fakta bahwa pada umumnya penduduk Kepulauan Seribu sangatlah merasa kurang terpenuhi kebutuhan air bersihnya, baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Sehingga penduduk terpaksa terus menggunakan air tanah dangkal (air sumur) yang jelas-jelas kualitasnya semakin rendah dan sudah tidak memenuhi standart kualitas air minum

DEPKES RI. Sumber air lain yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Kepulauan Seribu adalah air hujan. Hujan yang turun selama musim penghujan ditampung melalui atap dan disalurkan ke dalam bak penampung air hujan (PAH). Untuk itu sudah banyak dilakukan pembuatan bak-bak PAH. Akan tetapi karena kurangnya pengelolaan dan pemeliharaan yang baik, serta buruknya sistem drainase air kotor, maka bak-bak PAH yang telah dibangun tersebut kurang dapat berfungsi secara optimal. Tambahan lagi dengan tidak adanya monitoring/kontrol serta keterlibatan dari instansi-instansi yang berwenang, maka kondisi bak-bak PAH yang ada cenderung semakin tidak terpelihara dan akhirnya tidak dapat berfungsi sama sekali.

Kualitas air hujan tergantung pada kualitas udara di daerah tersebut, tempat penangkapan air hujan (atap rumah), dan bak penampung air hujan (PAH). Jika udara mengandung unsur-unsur oksigen dan asam nitrogen, hidrokarbon, sulphuretted hydrogen, sulphur dioksida, sulphurous dan sulphuric acid, chlorine, hydrochloric acid dan berbagai ammonia compounds dan kadang-kadang ada carbon monoksida (CO) dan lain-lainnya, dikatakan bahwa udara tersebut sudah tidak bersih lagi. Sehingga air hujan pertama kali jatuh pada setiap permulaan musim hujan dapat dikatakan masih kotor. Untuk menjaga kualitas air di bak PAH, maka sebaiknya air hujan baru ditampung ke dalam bak setelah hujan berlangsung 5 - 10 menit. Hal ini dilakukan dengan perkiraan, bahwa semua pengotor-pengotor sudah habis terbawa oleh hujan yang jatuh selama waktu tersebut di atas.

Karena adanya hal-hal di atas, maka tidak seluruh air hujan dapat digunakan untuk penyediaan air minum rumah tangga. Diperkirakan volume air yang dapat dimanfaatkan adalah 65% - 85% dari volume air hujan yang jatuh seluruhnya. Berdasarkan pada hasil perhitungan kebutuhan bak PAH di setiap pulau pemukiman (Tabel 7), diketahui bahwa untuk P. Untung Jawa dan P. Lancang Besar sarana PAH sudah memadai. Sedangkan untuk P. Tidung besar, Panggang dan Pramuka pemanfaatan air hujan belum optimal, karena itu masih dibutuhkan penambahan luas atap penangkap curah hujan, juga dibutuhkan perbaikan terhadap PAH yang rusak. Jadi tidak diperlukan penambahan sarana PAH. P. Kelapa I masih membutuhkan penambahan PAH, rehabilitasi PAH yang rusak dan juga peningkatan luas

atap penangkap curah hujan. P. Harapan masih membutuhkan penambahan sarana PAH dan peningkatan luas atap penangkap curah hujan.

## 5. KESIMPULAN

Sumber air utama bagi masyarakat di Kepulauan Seribu adalah air tanah dan air hujan, dimana air hujan merupakan pilihan kedua. Apabila sumber air tawar dalam tanah sudah menipis atau habis, sementara persediaan air bersih yang berasal dari air hujan yang ditampung dalam bak PAH juga sudah sangat terbatas, maka masalah pemenuhan kebutuhan air bersih akan semakin parah. Untuk mengatasi masalah ini sebenarnya dapat dilakukan dengan memanfaatkan secara optimal sumber air hujan yang walaupun pada musim kemarau turun sangat sedikit. Optimasi pemanfaatan air hujan adalah dengan cara meningkatkan jumlah bak PAH atau memperluas atap sebagai penangkap air hujan yang turun.

Berdasarkan perhitungan dengan dua pendekatan seperti yang telah diuraikan pada pembahasan diketahui bahwa sarana PAH di P. Untung Jawa dan P. Lancang Besar dinyatakan sudah cukup. Sedangkan untuk P. Tidung Besar, P. Panggang dan P. Pramuka dibutuhkan penambahan luas atap penerima curah hujan dan dibutuhkan pula program rehabilitasi PAH-PAH yang rusak. Jadi untuk ketiga pulau pemukiman tersebut tidak diperlukan penambahan jumlah PAH. Untuk P. Kelapa I selain memperluas atap penangkap curah hujan dan rehabilitasi PAH yang rusak, juga dibutuhkan penambahan sarana PAH. Untuk P. Harapan masih diperlukan penambahan jumlah PAH dan upaya peningkatan luas atap untuk meningkatkan kapasitas penangkapan jumlah air hujan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. R. Hening Darpito SKM. Dipl., SE, dkk., 1995, "Materi Pelatihan Penyehatan Air", Departemen Kesehatan RI, Dir-Jend. PPM dan PLP, Jakarta, 110-119.
2. Anonymous, 1999, "Laporan Kecamatan Kepulauan Seribu", Kecamatan Kepulauan Seribu, Jakarta, 1-14.
3. Anonymous, 1990 - 1999, "Kumpulan Data Klimatologi", Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta, 5-22.
4. P. Nugro Rahardjo, 1999, "Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Masyarakat di



## RIWAYAT PENULIS

**P. Nugro Rahardjo**, lahir di Jakarta, 4 Januari 1957. S1 jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, tahun 1984. S2 Public Health Engineering, Imperial College, London, 1990. Bekerja di BPPT sejak tahun 1985 dan saat ini sebagai Koordinator Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair di Direktorat Teknologi Lingkungan. Sejak tahun 1991 staf pengajar di Fakultas Teknik, Universitas Katolik Atmajaya, Jakarta.

## LAMPIRAN :

**Tabel 1** : Distribusi kuesioner survai PAH di Kepulauan Seribu.

NO	KELURAHAN	PULAU	Jumlah KK	Jumlah RT	Jumlah KUESIONER	Presentase (%)
1	P. Untung Jawa	P. Untung Jawa	267	5	63	23,60
2	P. Tidung	P. Tidung Besar	559	12	132	23,61
		P. Lancang Besar	160	4	38	23,75
3	P. Panggang	P. Panggang	596	12	140	23,49
		P. Pramuka	110	5	27	24,55
4	P. Kelapa	P. Kelapa	481	11	113	23,49
		P. Harapan	360	6	87	24,17
			2533	55	600	

**Tabel 2** : Kombinasi variasi bak PAH dan atap penerima curah hujan.

JENIS BAHAN PAH	USIA ATAP < 1 tahun	ASBES > 1 tahun	USIA ATAP < 1 tahun	GENTENG > 1 tahun
FERRO CEMENT	X	V	X	V
FIBER GLASS	V	V	V	V
BATA SEMEN	X	V	X	V

Keterangan : V = kombinasi yang terdapat di lokasi.  
X = kombinasi yang tidak dijumpai pada lokasi.

**Tabel 3** : Korelasi antara kebutuhan air dan pemilihan penggunaan sumber air utama.  
(dalam satuan %)

Kebutuhan Air Per Keluarga	Ranking Pilihan Penggunaan Air			Jumlah
	Pertama	Kedua	Ketiga	
1 - 10 l/hari	1,6	0	0	1,6
11 - 15 l/hari	2,0	0,6	0	2,6
16 - 20 l/hari	4,2	1,0	0	5,2
21 - 40 l/hari	13,0	3,2	0	16,2
41 - 60 l/hari	23,4	5,4	0,2	29,0
61 - 80 l/hari	17,0	10,2	0,6	27,8
> 80 l/hari	7,4	8,6	1,6	17,6
Jumlah	68,6	29,0	2,4	100

Keterangan : Jumlah kasus = 500 buah.  
Ranking pertama = sumur air tanah dangkal  
Ranking kedua = air hujan  
Ranking ketiga = membeli air dari tempat lain

**Tabel 4** : Korelasi antara pemilihan penggunaan sumber air utama dan rasa air.  
(dalam satuan %)

Rangking Pilihan Penggunaan Air Sumur	Rasa Air			Jumlah
	Asin/Payau	Tidak Berasa	Lainnya	
Pilihan pertama	<b>41,4</b>	19,7	7,2	68,3
Pilihan kedua	12,7	8,5	8,2	29,4
Pilihan ketiga	2,0	0,2	0,2	2,4
J u m l a h	56,1	28,4	15,6	100

Keterangan : Jumlah kasus = 503 buah.

**Tabel 5** : Korelasi antara kapasitas bak PAH dan waktu pemakaian air hujan.  
(dalam satuan %)

Kapasitas Bak PAH (m <sup>3</sup> )	Waktu Pemakaian Air Hujan (bulan)				Jumlah
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	> 3	
< 1	<b>24,4</b>	<b>17,3</b>	<b>20,2</b>	3,4	65,3
1 - 2,5	4,4	6,7	6,3	7,1	24,5
2,6 - 5	0,6	1,6	1,6	2,8	6,6
5,1 - 7,5	0,4	0,4	0,6	0,2	1,6
7,6 - 10	0	0,4	0,8	0,8	2
J u m l a h	29,8	26,4	29,5	14,3	100

Keterangan : Jumlah kasus = 504 buah.

**Tabel 6** : Korelasi antara kapasitas bak PAH dan pemakaian air hujan untuk minum.  
(dalam satuan %)

Kapasitas Bak PAH (m <sup>3</sup> )	Pemakaian Air Hujan untuk Minum (Liter/hari)				Jumlah
	0 - 2	2 - 4	4 - 6	> 6	
< 1	5,3	<b>29,2</b>	<b>29,2</b>	1,2	64,9
1 - 2,5	1,1	<b>11,8</b>	<b>11,4</b>	0,4	24,7
2,6 - 5	0,4	2,8	3,3	0,4	6,9
5,1 - 7,5	0	0,9	0,7	0	1,6
7,6 - 10	0	1,6	0,4	0	2
J u m l a h	6,8	46,3	45,0	2,0	100

Keterangan : Jumlah kasus = 568 buah.

**Tabel 7 : Perkiraan kebutuhan sarana PAH.**

Pulau Pemukiman	Jumlah Bak PAH Kolektif yang ada		Kapasitas Total Bak PAH berfungsi (liter)	Air Hujan yang Dapat ditampung (liter)	Kebutuhan untuk 17,9% penduduk selama 25 hari (liter)	Keterangan
	berfungsi	tidak				
P. Untung Jawa	12	4	93.200	35.964	33.495	Sarana cukup
P. Lancang Besar	4	2	8.000	11.988	4.408	Sarana cukup
P. Tidung Besar	11	16	75.300	26.973	55.669	Perlu memperluas atap penerima curah hujan atau rehabilitasi bak PAH yang rusak
P. Panggang	17	8	90.000	50.949	63.433	Perlu memperluas atap penerima curah hujan atau rehabilitasi bak PAH yang rusak
P. Pramuka	7	3	27.200	20.979	21.212	Perlu memperluas atap penerima curah hujan atau rehabilitasi bak PAH yang rusak
P. Kelapa I	15	5	72.000	44.955	111.203	Perlu memperluas atap penerima curah hujan atau rehabilitasi bak PAH yang rusak dan penambahan sarana PAH
P. Harapan	6	2	20.000	11.988	39.917	Perlu ditambah PAH dan memperluas atap penerima curah hujan